

<b>(51) Internationale Patentklassifikation :</b>  <b>Nicht klassifiziert</b>	<b>A2</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 00/33634</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> <b>15. Juni 2000 (15.06.00)</b>
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/CH00/00190  <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 31. März 2000 (31.03.00)  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> PHONAK AG [CH/CH]; Laubisrütistrasse 28, CH-8712 Stäfa (CH).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> ROECK, Hans-Ueli [CH/CH]; Heusserstrasse 27, CH-8634 Hombrechtikon (CH).  <b>(74) Anwalt:</b> TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siewerdstrasse 95, CH-8050 Zürich (CH).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Auf Antrag des Anmelders, vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2(a) zugelassenen Frist.</i> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> <i>Ohne Klassifikation; Bezeichnung und Zusammenfassung von der Internationalen Recherchenbehörde nicht überprüft.</i>

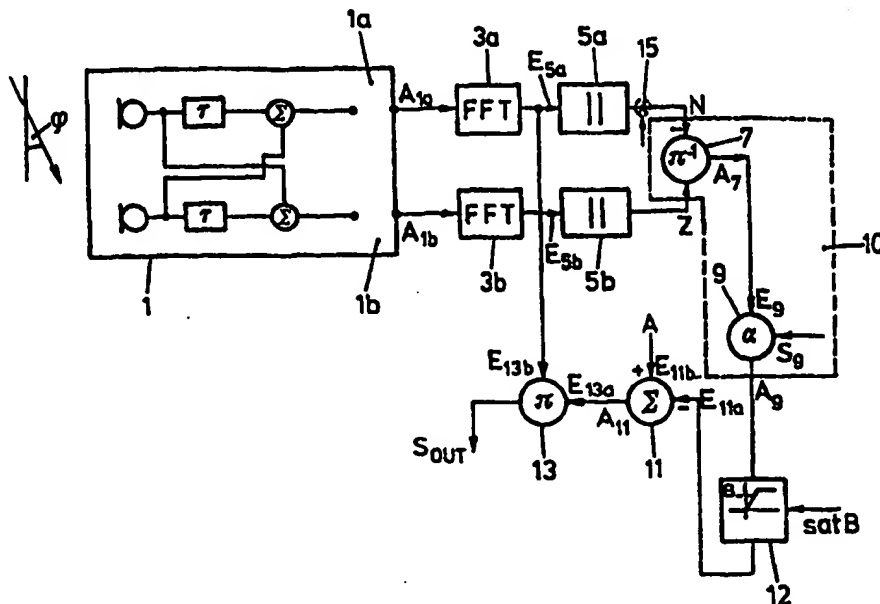
BEST AVAILABLE COPY

**(54) Title:** METHOD FOR PROVIDING THE TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF A MICROPHONE ARRANGEMENT AND MICROPHONE ARRANGEMENT

**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR VORGABE DER ÜBERTRAGUNGSSCHARAKTERISTIK EINER MIKROPHONANORDNUNG UND MIKROPHONANORDNUNG

**(57) Abstract**

Two output signals ( $A_{1a}$  and  $A_{1b}$ ) of a microphone arrangement (1) are divided (7), whereby said signals are differently dependent on the direction of incidence ( $\phi$ ) of acoustic signals. A product from the division result ( $A_7$ ) and the weighting factor ( $\alpha$ ) is saturated (12) and subtracted from a signal value ( $A$ ) which can be inputted. The subtraction result is multiplied with the output signal of the microphone arrangement (1) which is the denominator signal for the division (7). A desired directivity is produced between the result signal ( $S_{out}$ ) of the multiplication and the direction of incidence ( $\phi$ ) on the microphone arrangement (1) of incident acoustic signals according to the weighting factor ( $\alpha$ ) of the saturation value ( $B$ ) and of the subtraction value ( $A$ ).



### (57) Zusammenfassung

Zwei Ausgangssignale ( $A_{1a}$  und  $A_{1b}$ ) einer Mikrophonanordnung (1), welche unterschiedlich abhängig von der Einfallrichtung (phgr.) akustischer Signale sind, werden dividiert (7). Ein Produkt aus dem Divisionsresultat ( $A_7$ ) und einem Gewichtungsfaktor ( $\alpha$ ) wird saturiert (12) und von einem eingebbaren Signalwert (A) subtrahiert. Das Subtraktionsresultat wird mit demjenigen Ausgangssignal der Mikrophonanordnung (1) multipliziert (13), welches auch das Nennersignal für die Division (7) bildet. In Abhängigkeit des Gewichtungsfaktors ( $\alpha$ ) des Saturierungswertes (B) sowie des Subtraktionswertes (A) wird zwischen Resultatsignal ( $S_{out}$ ) der Multiplikation und Einfallrichtung (phgr.) auf die Mikrophonanordnung (1) einfallender akustischer Signale eine erwünschte Richtcharakteristik realisiert.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Verfahren zur Vorgabe der Übertragungscharakteristik einer Mikrophonanordnung und Mikrophonanordnung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Mikrophonanordnung nach dem-  
5        jenigen von Anspruch 9.

Bei der Empfangs- und Verarbeitungstechnik akustischer Signale besteht oft das Bedürfnis, Mikrophonanordnungen mit einer Übertragungscharakteristik zu realisieren, welche in vorgegebener oder vorgebbarer Funktion der Einfallrichtung der akustischen  
10       Signale das elektrische Ausgangssignal erzeugen. Insbesondere besteht dabei das Bedürfnis, Mikrophonanordnungen mit vorgegeben oder vorgebbare gerichteter Charakteristik zu realisieren, bei denen akustische Signale aus vorgegebenen Richtungs-  
15       bereichen mehr, aus andern Richtungsbereichen weniger verstärkt auf das Ausgangssignal wirken, bis hin zu Anordnungen mit praktisch in eine Richtung fokussierter Empfangscharakteristik.

Zur Realisierung solcher Übertragungscharakteristiken sind vielfältige Vorgehensweisen bekannt. Nur beispielsweise sei diesbezüglich auf die WO99/04598 bzw. die US 09/146784 ( $\phi$ -  
20       Multiplikation) oder die WO99/09786 bzw. die US 09/168184 ( $\phi$ -Filterführung) derselben Anmelderin verwiesen, wonach grundsätzlich aus der Phasenverschiebung auf Mikrophonanordnungen eintreffender akustischer Signale und deren gezielter Verarbeitung, erwünschte Übertragungscharakteristiken von Mikrophonan-  
25       ordnungen erwirkt werden.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein weiteres Vorgehen vorzuschlagen, um eine erwünschte Übertragungscharakteristik in obgenanntem Sinne zu realisieren.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch ein Verfahren eingangs genannter Art gelöst, bei dem an der Mikrophonanordnung  
30       mindestens zwei Submikrophonanordnungen vorgesehen werden, de-

ren Übertragungscharakteristiken in Funktion besagter Richtung je auf ihre elektrischen Ausgangssignale unterschiedlich sind und dass man das Ausgangssignal als eine Funktion eines auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert saturierten Produktes, mit dem Quotienten der Ausgangssignale der Submikrophananordnungen als Faktor, bildet.

Wenn wir im Rahmen der vorliegenden Anmeldung von „Saturierung“ sprechen, so bedeutet dies, dass der Wert einer betrachteten mathematischen Funktion ab Erreichen eines vorgegebenen Wertes geklippt wird, so dass er entgegen dem Verlauf der mathematischen Funktion, ab Erreichen dieses Wertes konstant bleibt.

Obwohl eine Saturierung des erwähnten Produktes, d.h. des gewichteten Quotienten, auf einen minimalen Wert durchaus sinnvoll sein kann, wird bevorzugterweise vorgeschlagen, dass man das Produkt, jedenfalls auch, auf einen maximalen Wert saturiert.

Im weiteren kann der zweite Faktor des saturierten Produktes einen beliebigen Wert ungleich Null einnehmen, somit durchaus auch den Wert 1.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die erwähnte Funktion eine Differenz aus einer gegebenenfalls einstellbaren Konstanten und dem saturierten Produkt umfasst, wobei bevorzugterweise der Wert der Konstanten mindestens genähert gleich dem Saturierungswert gewählt wird.

Im weiteren wird bevorzugterweise der erwähnte Quotient aus den Amplitudenwerten der Ausgangssignale ermittelt, ohne Berücksichtigung ihrer Phasenlage.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der erwähnte Quotient im Rahmen folgender Funktion eingesetzt:

$$S = c_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|c_2|}{|c_N|} \right] \text{sat} B \right\}$$

5    worin bedeuten

S:    Ausgangssignal der Mikrophananordnung

A:    Ein vorgegebener oder vorgebbarer Signalwert

10     $|c_N|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignals einer ersten Submikro-  
 phonanordnung, deren Übertragungscharakteristik bei einem  
 Einfallswinkel maximale Verstärkung aufweist, wo auch die  
 zu bildende Charakteristik maximale Verstärkung aufweisen  
 soll

$|c_2|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignal der zweiten Submikro-  
 phonanordnung

15    satB: Saturierung des Quotienten auf einen vorgegebenen oder  
 vorgebbaren maximalen Signalwert B

$\alpha$ :    Vorgebbarer oder vorgegebener Faktor.

20    In einer besonders bevorzugten Ausführungsform, insbesondere im  
 Rahmen des Einsatzes der erfindungsgemässen Verfahrens für Hör-  
 geräte, werden die Übertragungscharakteristiken der Submikro-  
 phonanordnungen so gewählt, dass sie jeweils maximale Signal-  
 verstärkungen aufweisen für aus im wesentlichen inversen Rich-  
 tungen einfallende akustische Signale.

25    Eine erfindungsgemässe Mikrophananordnung eingangs genannter  
 Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Verarbeitungseinheit  
 eine gewichtete Quotientenbildungseinheit umfasst mit einem

Nenner-Eingang, einem Zähler-Eingang sowie einem Gewichtungseingang, wobei Zähler- und Nenner-Eingänge mit einem Eingang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind, wobei weiter die gewichtete Quotientenbildungseinheit ein auf einen maximalen und/oder einen minimalen Wert saturiertes Ausgangssignal an ihrem Ausgang erzeugt, welcher Ausgang mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Mikrofonanordnung sind in den Ansprüchen 10 bis 18 spezifiziert.

10 Das erfindungsgemässe Verfahren sowie die erfindungsgemässe Mikrofonanordnung eignen sich insbesondere für den Einsatz an Hörgeräten.

Obwohl es durchaus möglich ist, das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Mikrofonanordnung mittels Signalverarbeitung im Zeitbereich zu realisieren, wird in einer bevorzugten Ausführungsform die Signalverarbeitung im Frequenzbereich vorgenommen, unter Einsatz von Zeitbereich/Frequenzbereich-Wandlern bzw. Frequenzbereich/Zeitbereich-Wandlern.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1a

und b      beispielsweise, die Übertragungscharakteristiken von zwei (a und b) erfindungsgemäss eingesetzten Submikrofonanordnungen;

25 Fig. 2      über der Winkelachse  $\phi$  gemäss den Fig. 1a bzw. 1b, in dB die Bildung einer Quotientenfunktion Q aus den Charakteristika gemäss den Fig. 1a und 1b sowie der Saturierung dieser Quotientenfunktion auf den maximalen Wert 0 dB;

- Fig. 3      ausgehend von der anhand von Fig. 2 erläuterten saturierten Quotientenfunktion, dieselbe saturierte Quotientenfunktion in linearer Verstärkungs-Skalierung und die Bildung einer Funktion F aus der Differenz besagter saturierter Quotientenfunktion bezüglich eines Festwertes;
- Fig. 4      in Darstellung analog zu den Fig. 1a und 1b, schattiert, eine erfindungsgemäss realisierte Übertragungscharakteristik;
- 10    Fig. 5      in Darstellung analog zu Fig. 4, eine weitere erfindungsgemäss realisierte Übertragungscharakteristik, und
- Fig. 6      in Form eines vereinfachten Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes, die Realisation einer erfindungsgemässen Mikrophonanordnung.
- 15

Anhand der Figuren 1 bis 3 soll das erfindungsgemässe Vorgehen ohne Anspruch auf wissenschaftliche Exaktheit anhand von einfachen Übertragungscharakteristiken dargestellt werden, entsprechend je Kardoiden erster Ordnung. Anhand dieses übersichtlichen und einfachen Vorgehens werden dem Fachmann die Anleitungen gegeben, wie erfindungsgemäss auch ausgehend von komplexeren Übertragungsfunktionen eine erwünschte Übertragungscharakteristik realisiert werden kann.

20

Eine erste Submikrophonanordnung weise bezüglich ihrer Übertragungs- bzw. Verstärkungscharakteristik bezüglich auf sie einfallender akustischer Signale aus der Richtung  $\varphi$  die in Fig. 1a zweidimensional dargestellte, dreidimensionale Übertragungscharakteristik auf. In Fig. 1b ist, in Darstellung analog zu Fig. 1a, die Übertragungscharakteristik einer zweiten Submikrophonanordnung dargestellt, welche bezüglich der Achse  $\pi/2; 3\pi/2$  spiegelbildlich zur Übertragungscharakteristik der ersten Sub-

25

30

mikrophananordnung sei. Die Übertragungscharakteristik gemäss Fig. 1a sei mit  $c_N$ , diejenige gemäss 1b mit  $c_Z$  bezeichnet.

In Fig. 2 ist über der Winkelachse  $\varphi$  gemäss den Fig. 1a und 1b der Betrag der Übertragungscharakteristiken  $c_N$  bzw.  $c_Z$  qualitativ und in dB dargestellt.

Bei auf die beiden Submikrophananordnungen eintreffenden akustischen Einheitssignalen entsprechen die in den Fig. 1a und 1b dargestellten Übertragungscharakteristiken gleichzeitig den jeweiligen Signalwerten ausgangsseitig der betrachteten Submikrophananordnungen.

Erfindungsgemäss wird nun aus diesen beiden Ausgangssignalwerten, welche ebenfalls mit  $c_N$  bzw.  $c_Z$  bezeichnet seinen, ein Quotient gebildet, beispielsweise

$$Q = \frac{|c_Z|}{|c_N|} .$$

Es ergibt sich bei dieser Quotientenbildung die in Fig. 2 strichpunktiert qualitativ dargestellte Funktion  $Q$  mit einer Polstelle bei  $\varphi = \pi$ . Bei realer Quotientenbildung wird der bei der Nullstelle der Nennerfunktion  $|c_N|$  resultierende Pol ohnehin abgefangen, d.h. die Quotientenfunktion  $Q$  wird saturiert. Bevorzugterweise wird die Quotientenfunktion auf einem vorgegebenen oder vorgebbaren Wert  $B$  saturiert, gemäss Fig. 1 vorzugsweise auf dem Wert "eins", bei Maximalwert der Übertragungsfunktionen gemäss den Figuren 1a, b von "eins".

Geht man nun davon aus, dass die Nennerübertragungscharakteristik, im vorliegenden Fall  $c_N$ , diejenige sei, welche für das zu erzielende Übertragungscharakteristik-Resultat die dominante sei, d.h. eine Übertragungscharakteristik sei, die in einem Winkelbereich eine hohe Signalverstärkung aufweist, in welchem auch die zu realisierende Wunschcharakteristik hohe Signalver-

stärkung aufweisen soll, so ist bereits jetzt der Vorteil der erfindungsgemässen Quotientenbildung ersichtlich. Von dieser für das anzustrebende Resultat dominanten Übertragungscharakteristik ergibt sich im Nullstellen-Winkelbereich eine Polstelle  
5 des Quotienten. Der Nullstellen-Winkelbereich der dominanten Übertragungscharakteristik bzw. diejenigen Winkelbereiche mit verringerter Signalverstärkung werden aber diejenigen sein, die zum Erhalt der Wunsch-Charakteristik zu verändern, d.h. zu „verbessern“ sind. Gerade dort besteht nun die Möglichkeit,  
10 einfach einzugreifen, nämlich durch Saturierung auf einen vorgebbaren bzw. vorgegebenen konstanten Wert der Quotientenfunktion.

Aus Übersichtsgründen ist nun in Fig. 3 mit linearer Verstärkungsskalierung die auf "1" saturierte Quotientenfunktion  $Q_{sat1}$   
15 eingetragen. Daraus ist nun weiterhin ersichtlich, dass in den nicht saturierten Winkelbereichen, vorliegendenfalls zwischen 0 und  $\pi/2$  sowie zwischen  $3\pi/2$  und  $2\pi$ , die saturierte Quotientenfunktion  $Q_{sat1}$  den Verlauf einer gerichteten Übertragungscharakteristik aufweist. Soll nun für die erwünschte zu realisierende  
20 Übertragungscharakteristik ausgesprochene Richtcharakteristik erzielt werden, so wird der erfindungsgemäss auf den vorgegebenen Saturierungswert, am beschriebenen Beispiel „eins“ gesetzte Bereich der Quotientenfunktion dazu ausgenützt, dort, d.h. in diesem Winkelbereich, eine definierte minimale Verstärkung der  
25 erwünschten Übertragungscharakteristik zu erzielen. Am vorgestellten Beispiel wird dies dadurch erreicht, dass die saturierte Quotientenfunktion von einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Festwert A, beispielsweise und vorzugsweise im vorgestellten Beispiel mit dem Wert „eins“ subtrahiert wird. Es ergibt  
30 sich die in Fig. 3 wiederum ausgezogen dargestellte Funktion

$$F = A - Q_{satB}$$

bzw. als Spezialfall und bevorzugter Fall, die Funktion

$$F = 1 - Q_{\text{sat}1}.$$

Daraus ist ersichtlich, dass eine Übertragungsfunktion erzielt wurde, F, welche ausschliesslich im Winkelbereich

$$0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \text{ und } \frac{3\pi}{2} < \varphi \leq 2\pi$$

- 5 eine nicht verschwindende Signalverstärkung aufweist.

Bezüglich des erfindungsgemässen Vorgehens kann nun folgendes ausgeführt werden:

- Grundsätzlich wird die zu realisierende Übertragungscharakteristik ausgangsseitig der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung als Funktion des auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Maximalwert saturierten Quotienten der Ausgangssignale zweier Submikrophonanordnungen mit unterschiedlicher Übertragungscharakteristik realisiert.

15 Dabei wird bevorzugt, und wie noch gezeigt werden wird, die Quotientenfunktion Q, als Faktor, mit einem weiteren fest vorgegebenen oder einstellbaren Gewichtungsfaktor multipliziert, bevor am resultierenden Produkt die Saturierung erfolgt. In dem anhand der Figuren 1 bis 3 vorgestellten Beispiel ist der erwähnte Gewichtungsfaktor 1.

20 Im weiteren kann es durchaus vorteilhaft sein, die Saturierung am Produkt aus dem erwähnten Faktor und dem Quotienten, mindestens auch, bei Erreichen vorgegebener Minimalwerte vorzunehmen.

- Die Quotientenbildung kann dabei direkt durch Quotientenbildung der Signalamplitudenwerte, ohne Phasenberücksichtigung erfolgen.

- Obwohl gegebenenfalls das saturierte Produkt in Form einer anderen Funktion eingesetzt werden kann, generell also als  $F = F[(\alpha \cdot Q)_{\text{sat}}]$ , wird weitaus bevorzugt für die Realisierung einer gerichteten Charakteristik das erwähnte saturierte Produkt von einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Festwert subtrahiert.

Wie noch gezeigt werden wird, ergibt sich auf höchst einfache Art und Weise durch Variation des erwähnten Festwertes und/oder des multiplikativen Faktors  $\alpha$  des saturierten Produktes die Möglichkeit, die angestrebte Richtcharakteristik zu variieren.

- Als Submikrophananordnungen können grundsätzlich alle bekannten Mikrophone und deren Kombinationen eingesetzt werden, die, wie gefordert in Einsatzposition und wie gefordert bezüglich Einfallrichtung  $\varphi$  auftreffender akustischer Signale, unterschiedliche Übertragungscharakteristiken aufweisen.

- Insbesondere für die Realisation gerichteter Charakteristiken werden bevorzugterweise Submikrophananordnungen eingesetzt, deren Übertragungscharakteristiken identisch, aber bezüglich Einfallrichtung akustischer Signale invers gerichtet sind.

- Die Realisation derartiger Mikrophananordnungen kann insbesondere nach dem bekannten „delay and add“-Prinzip erfolgen.

Die eben genannten, invers wirkenden Mikrophananordnungen können insbesondere auch bei dieser Realisationsform mit zwei Mikrophenen realisiert werden, deren Ausgänge, wie noch gezeigt werden wird, zur Bildung der beiden Submikrophananordnungen jeweils zeitverzögert und entsprechend addiert werden.

- Es versteht sich von selbst, dass durch Weiterbildung des erfindungsgemässen Vorgehens mit drei und mehr Submikrophananordnungen höchst komplexe Übertragungsfunktionen und Übertragungsfunktions-Kombinationen realisierbar werden.

5 Zusammengefasst wird nochmals die erfindungsgemäss bevorzugt eingesetzte Übertragungsfunktion wiedergegeben, nämlich:

$$S = C_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|C_z|}{|C_N|} \right] \sin B \right\}$$

10 In Fig. 4 ist die Übertragungsfunktion dargestellt, welche aus invers gerichteten, identischen Kardoid-Übertragungscharakteristiken Ca erfindungsgemäss gebildet wurde, entsprechend der Übertragungsfunktion

$$S' = C_N \left\{ 1 - \left[ 1 \cdot \frac{|C_z|}{|C_N|} \right] \sin 1 \right\}$$

15 In Fig. 5 ist die resultierende Übertragungscharakteristik dargestellt, wenn gilt:

$$S'' = C_N \left\{ 1 - \left[ 4 \cdot \frac{|C_z|}{|C_N|} \right] \sin 1 \right\}$$

20 In Fig. 6 ist anhand eines vereinfachten Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes eine nach dem erfindungsgemässen Verfahren arbeitende Mikrophananordnung beispielsweise dargestellt, insbesondere auch für den Einsatz an einem Hörgerät.

25 Gemäss Fig. 6 ist an der erfindungsgemässen Mikrophananordnung eingangsseitig eine Anordnung 1 mit mindestens zwei Submikrophananordnungen 1a und 1b vorgesehen. An ihren Ausgängen A<sub>1a</sub> bzw. A<sub>1b</sub> erscheinen Ausgangssignale in Funktion der Richtung φ auf die eingangsseitigen Mikrophone auftreffender akustischer

Signale. Wie in Fig. 6 dargestellt, können die beiden Submikro-  
phonanordnungen durchaus mittels eines einzigen Paares von Mi-  
krofonen realisiert werden, deren Ausgänge nach der Technik  
„delay and add“ miteinander verkoppelt sind. Wesentlich ist,  
5 dass an den Ausgängen  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  grundsätzlich Signale mit un-  
terschiedlichen Übertragungscharakteristiken bezüglich der  
Richtung  $\varphi$  eintreffender akustischer Signale erzeugt werden.

Vorzugsweise sind die Ausgänge  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  auf Zeitbe-  
reich/Frequenzbereich-Wandlereinheiten FFT 3a bzw. 3b geführt,  
10 sofern, wie bevorzugt, die nachfolgende Signalverarbeitung im  
Frequenzbereich erfolgen soll. Es sind die erwähnten Ausgänge  
mit Eingängen  $E_{5a}$  bzw.  $E_{5b}$  von Betragsbildungseinheiten 5a und  
5b wirkverbunden. Die Ausgänge der erwähnten Betragsbildungs-  
einheiten sind, wie dargestellt, auf die Nenner- und Zählerein-  
15 gänge N und Z einer Divisionseinheit 7 geführt. Über eine Ge-  
wichtungseinheit 9 mit an einem Steuereingang  $S$ , vorgebbaren  
Gewichtungsfaktor  $\alpha$  multipliziert, ist der Ausgang  $A_7$  mit dem  
einen Eingang  $E_{11a}$  einer Subtraktionseinheit 11 wirkverbunden.

Wie in Fig. 6 gestrichelt umrandet, bilden Divisionseinheit 7  
20 und Gewichtungseinheit 9 eine gewichtete Quotientenbildungsein-  
heit 10. Der beispielsweise in Fig. 6 dargestellte an der Ge-  
wichtungseinheit 9 einstellbare Faktor  $\alpha$  kann beliebig von 0  
unterschiedliche Werte einnehmen.

Wie weiter in Fig. 6 schematisiert dargestellt, wird das Signal  
25 am Ausgang  $A_9$  der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 ei-  
ner Saturierungseinheit 12 zugeführt, deren Ausgang erst dem  
Eingang  $E_{11a}$  zugeführt wird. An der Saturierungseinheit 12, wel-  
che selbstverständlich integral mit der gewichteten Quotienten-  
bildungseinheit 10 vereint sein kann, wird das Ausgangssignal  
30 der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 nach unten (im  
Block 12 von Fig. 6 gestrichelt angedeutet) und/oder nach oben  
auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert B - wie schema-

- tisch dargestellt am Eingang  $\text{sat}_B$  eingestellt - saturiert. Dies dabei bevorzugterweise mindestens auch auf einen Maximalwert. An der Subtraktionseinheit 11 wird das dort anstehende Signal von einem am zweiten Eingang  $E_{11b}$  eingestellten oder einstellbaren Festwert A subtrahiert. Der Ausgang  $A_{11}$  der Subtraktionseinheit 11 ist mit dem einen Eingang  $E_{13a}$  einer Multiplikationseinheit 13 wirkverbunden, mit deren zweitem Eingang  $E_{13b}$  das Ausgangssignal derjenigen Submikrophonanordnung 1a wirkverbunden ist, die auch mit dem Nennereingang N der Divisionseinheit 7 wirkverbunden ist. Gegebenenfalls zur Änderung des anhand der Fig. 1 bis 3 erläuterten Saturierungswinkelbereiches kann, wie bei 15 gestrichelt dargestellt, das Nennersignal, gegebenenfalls auch das Zählersignal, dem Eingang N bzw. dem Eingang Z der Divisionseingang 7 zugeführt, noch gewichtet werden.
- 15 Ausgangsseits der Multiplikationseinheit 13 erscheint das Ausgangssignal  $S_{\text{out}}$  der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung. Es weist die erwünschte Übertragungscharakteristik auf in Funktion des räumlichen Winkels  $\varphi$ , mit welchem akustische Signale auf die eingangsseitige Mikrophonanordnung 1 auftreffen.
- 20 Wie bereits erwähnt wurde, werden bevorzugterweise für die Übertragungscharakteristiken der Submikrophonanordnungen 1a und 1b identische, zueinander richtungsinvers wirkende Charakteristiken gewählt. Durch Einstellung des Gewichtungsfaktors  $\alpha$ , des Saturierungswertes B, des Fixwertes A, gegebenenfalls weiterer Gewichtungsfaktoren wie  $\beta$ , wird die gewünschte Übertragungscharakteristik am Ausgangssignal  $S_{\text{out}}$  eingestellt.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Mikrophonanordnung eignen sich ausgezeichnet für den Einsatz an Hörgeräten, insbesondere auch aufgrund des geringen Signalverarbeitungsaufwandes und der, wie anhand der Fig. 3 und 4 gezeigt wurde, ausgeprägten Möglichkeit, die Signalübertragung aus unerwünschten Einfallsrichtungen, wie von hinten bezüglich

eines getragenen Hörgerätes, zu unterdrücken. Für Hörgeräte werden bevorzugt anstelle von Submikrophananordnungen mit Cardoid-Charakteristiken  $C_a$  eher solche mit Hypercardoid-Charakteristiken  $H_{Ca}$  (Fig. 5) eingesetzt.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Vorgabe der Übertragungscharakteristik, mit welcher akustische Signale, die auf eine Mikrofonanordnung einfallen, in Funktion ihrer Einfallrichtung in ein elektrisches Ausgangssignal gewandelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass an der Mikrofonanordnung mindestens zwei Submikrofonanordnungen vorgesehen werden, deren Übertragungscharakteristiken in Funktion besagter Richtung je auf ihre elektrischen Ausgangssignale unterschiedlich sind und dass man das Ausgangssignal als eine Funktion eines auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert saturierten Produktes, mit dem Quotienten der Ausgangssignale der Submikrofonanordnungen als Faktor, bildet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt auf einen maximalen Wert saturiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Faktor des saturierten Produktes einen beliebigen Wert ungleich Null einnehmen kann.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion eine Differenz aus einer - gegebenenfalls einstellbaren - Konstanten (A) und dem saturierten Produkt umfasst, wobei bevorzugterweise der Wert der Konstanten (A) mindestens genähert gleich dem Saturierungswert (B) gewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Quotient aus den Amplitudenwerten der Ausgangssignale ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal nach folgender Funktion gebildet wird

$$\beta = c_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|c_z|}{|c_N|} \right] \text{sat} B \right\}$$

worin bedeuten

- 5    S:    Ausgangssignal der Mikrophananordnung
- A:    Ein vorgegebener oder vorgebbbarer Signalwert
- $|c_N|$ :    Amplitudenwert des Ausgangssignals einer ersten Submikro-  
                  phonanordnung, deren Übertragungscharakteristik bei einem  
                  Einfallswinkel maximale Verstärkung aufweist, wo auch die  
 10    zu bildende Charakteristik maximale Verstärkung aufweisen  
          soll.
- $|c_z|$ :    Amplitudenwert des Ausgangssignal der zweiten Submikro-  
                  phonanordnung
- satB:    Saturierung des Produktes [] auf einen vorgegebenen oder  
 15    vorgebbaren maximalen Signalwert B
- $\alpha$ :    Vorgebbbarer oder vorgegebener Faktor des Produktes.
7.    Verfahren nach einem der Ansprüche .1 bis 6, dadurch ge-  
       kennzeichnet, dass die Übertragungscharakteristiken der Submi-  
       krophananordnungen maximale Verstärkungen für aus im wesentli-  
 20    chen inversen Richtungen einfallende akustische Signale aufwei-  
       sen.
8.    Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass  
       die Übertragungscharakteristiken cardoid- oder, bevorzugt, hy-  
       percardoid-förmig sind.
- 25    9.    Mikrophananordnung mit mindestens zwei Submikrophananord-  
       nungen, deren Übertragungscharakteristiken bezüglich der Rich-

tung auf sie eintreffender Signale unterschiedlich sind und deren Ausgänge auf Eingänge einer Verarbeitungseinheit geführt sind mit einem Ausgang, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit eine gewichtete Quotientenbildungseinheit umfasst mit einem Nenner-Eingang, einem Zähler-Eingang ?? sowie einem Gewichtungseingang, wobei Zähler- und Nenner-Eingänge mit einem Eingang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind, wobei weiter die gewichtete Quotientenbildungseinheit ein auf einen maximalen und/oder einen minimalen Wert saturiertes Ausgangssignal an ihrem Ausgang erzeugt, welcher Ausgang mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

10. Mikrofonanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal der gewichteten Quotientenbildungseinheit auf einen maximalen Signalwert saturiert ist.

15 11. Mikrofonanordnung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem Gewichtungseingang ein beliebiger Gewichtungsfaktor ungleich Null fest oder einstellbar zugeführt ist.

20 12. Mikrofonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der gewichteten Quotientenbildungseinheit über eine Differenzbildungseinheit mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

25 13. Mikrofonanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass einem zweiten Eingang der Differenzbildungseinheit ein fixes oder einstellbares Signal zugeführt ist, dessen Wert bevorzugterweise mindestens genähert gleich einem Sättigungswert des saturierten Ausgangssignals der gewichteten Quotientenbildungseinheit ist.

30 14. Mikrofonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingänge der Verarbeitungseinheit je über Betragsbildungseinheiten geführt sind, bevor sie

mit den Zähler- bzw. Nenner-Eingängen der Quotientenbildungseinheit wirkverbunden sind.

15. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der gewichteten Quotientenbildungseinheit mit dem einen Eingang einer Multiplikationseinheit wirkverbunden ist, deren zweiter Eingang mit dem Ausgang derjenigen Submikrophananordnung wirkverbunden ist, welche mit dem Nennereingang der Quotientenbildungseinheit wirkverbunden ist und dass der Ausgang der Multiplikationseinheit mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

16. Mikrophananordnung nach den Ansprüchen 13 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der Differenzbildungseinheit mit dem einen Eingang der Multiplikationseinheit wirkverbunden ist.

15 17. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Ausgängen der Submikrophananordnungen und den Eingängen der Verarbeitungseinheit je Zeit-/Frequenzbereichs-Wandler vorgesehen sind.

20 18. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Submikrophananordnungen Cardoid- oder Hypercardoid-Charakteristiken haben, bevorzugt letztere.

19. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 bzw. der Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 18 für Hörgeräte.

1/4

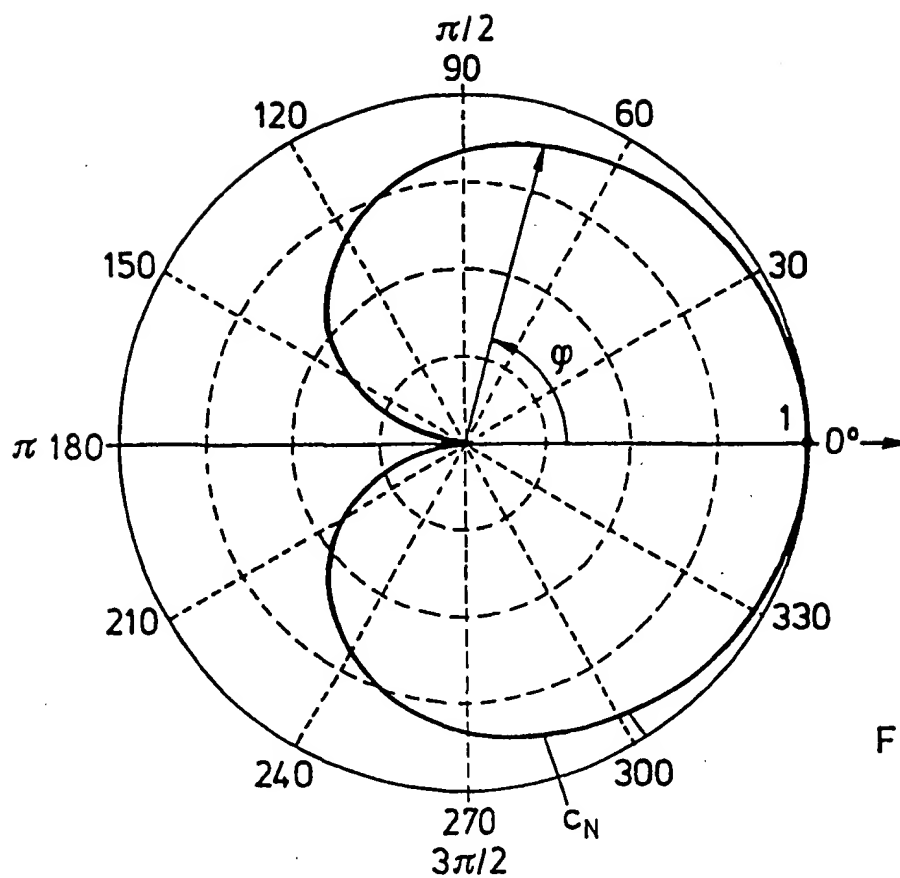


FIG. 1a

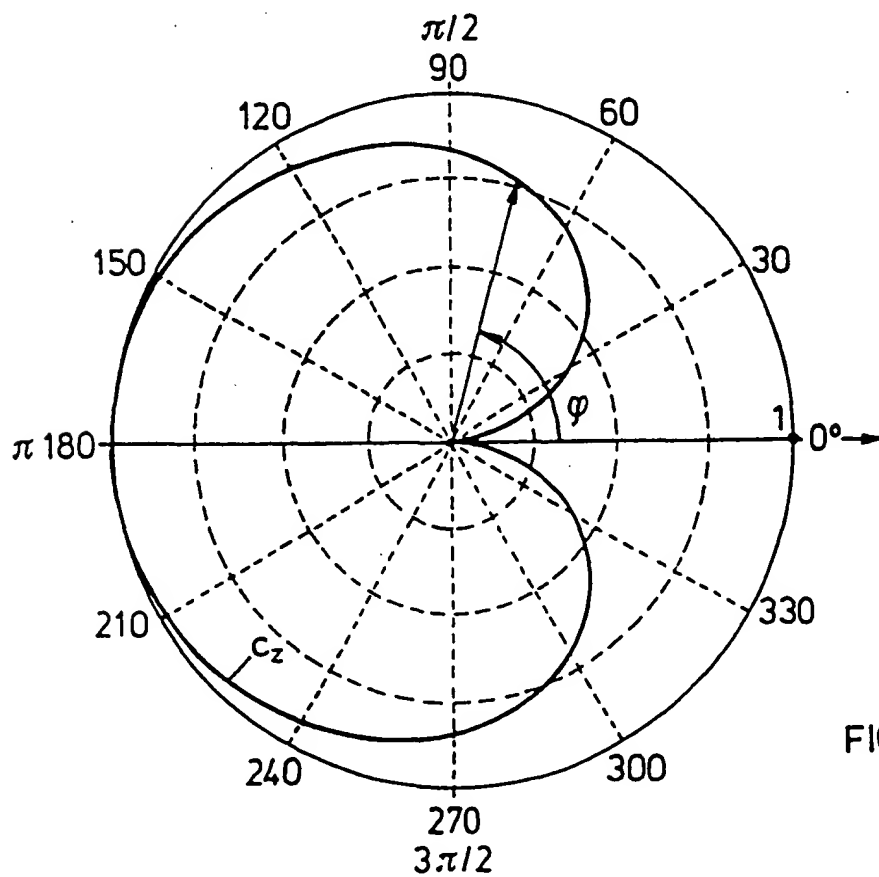
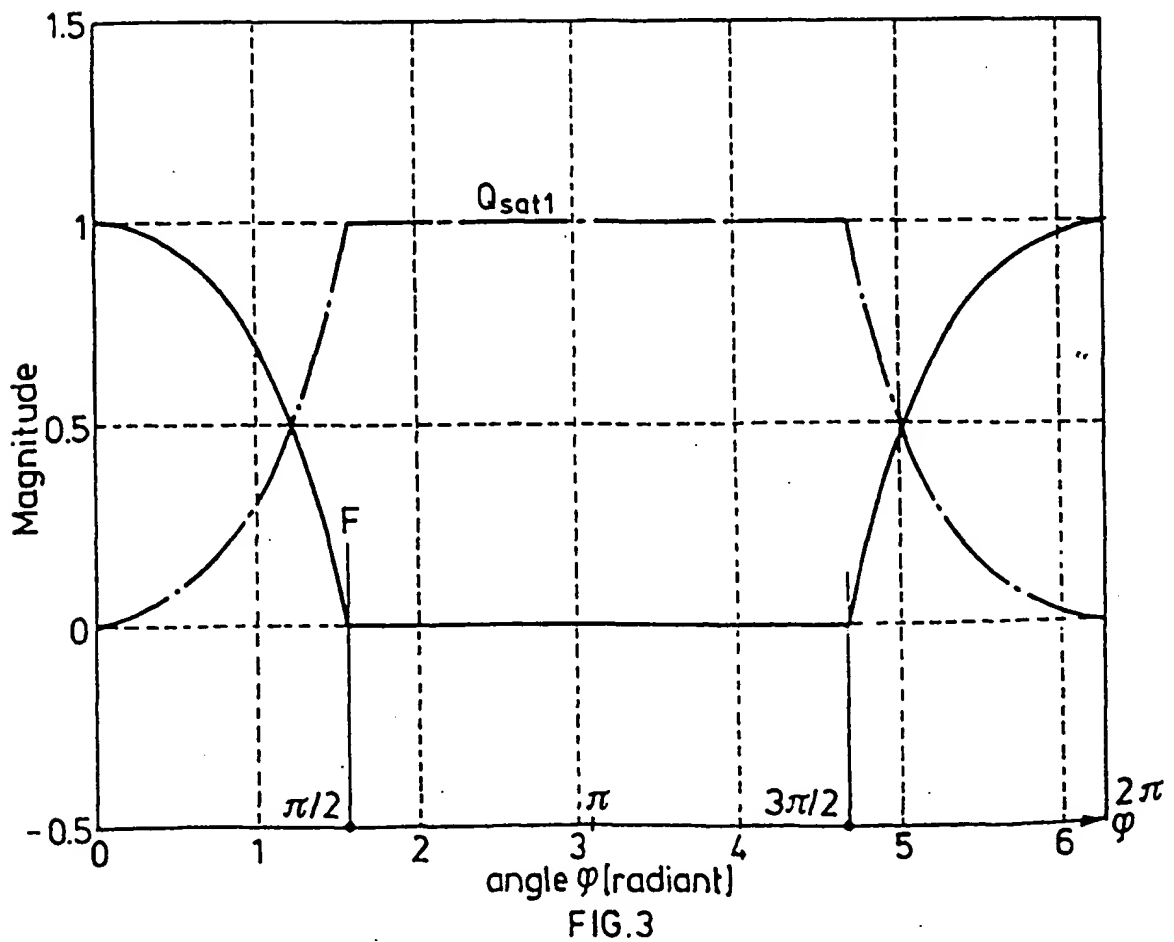
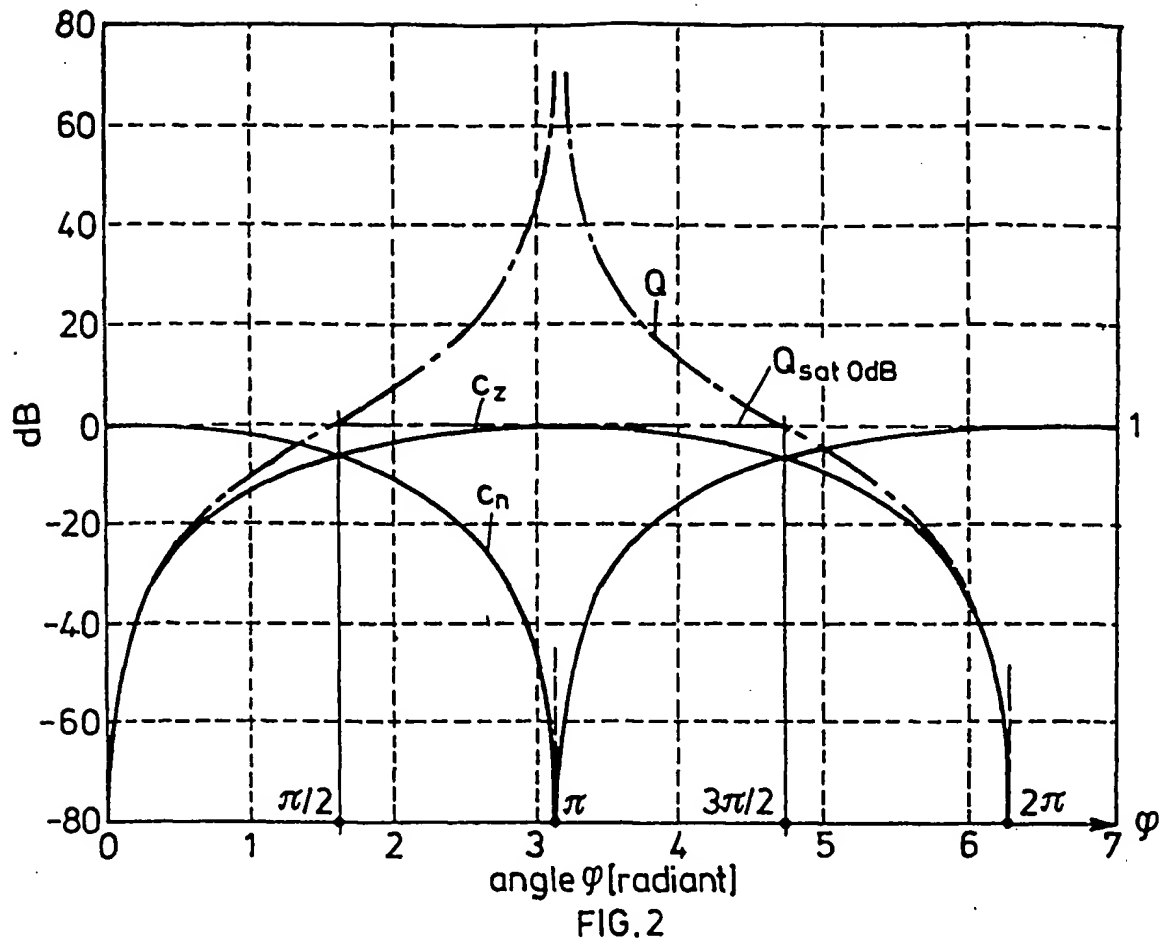


FIG. 1b

2/4



3/4

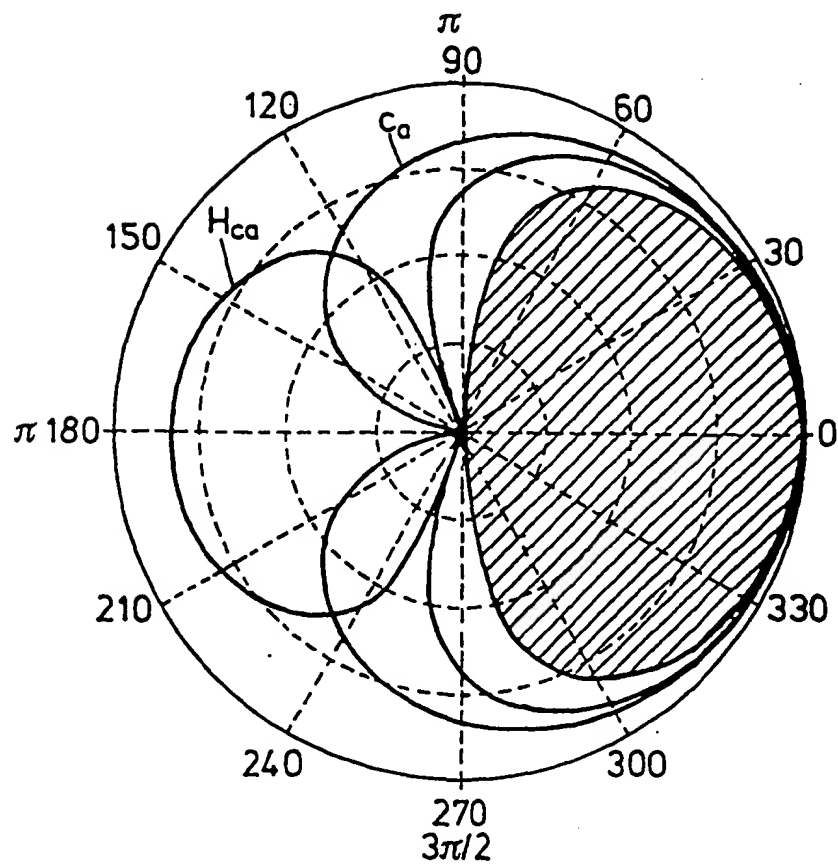


FIG. 4

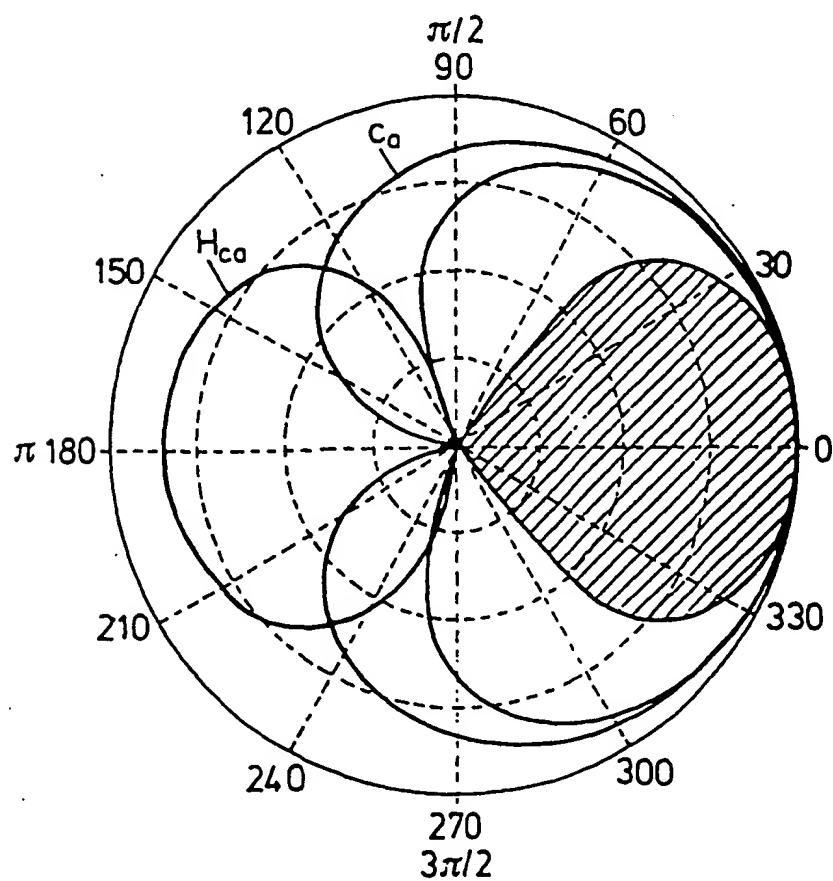


FIG. 5

4/4

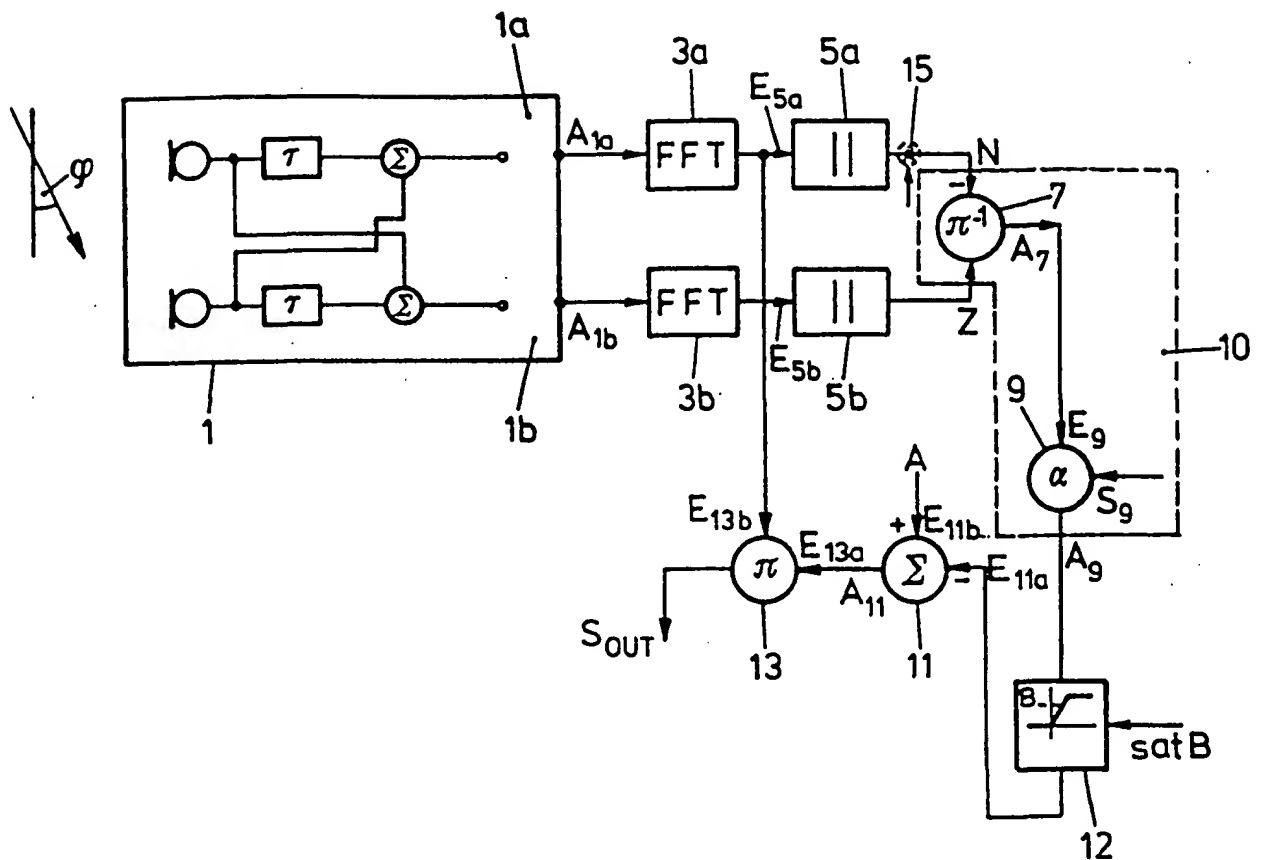


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- 
- ☐ **BLACK BORDERS**
  - ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
  - ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
  - ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
  - ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
  - ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
  - ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
  - ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
  - ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
  - ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**